



UNIVERSIDADE CEUMA
PÓS-GRADUAÇÃO SCRICTO SENSU
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA DEFLEXÃO DE FIOS RETANGULARES DE NÍQUEL-
TITÂNIO APÓS O TRATAMENTO TÉRMICO EM SUA PORÇÃO DISTAL**

MARCELO FARIA DA SILVA

São Luís
2013



UNIVERSIDADE CEUMA
PÓS-GRADUAÇÃO SCRICTO SENSU
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA DEFLEXÃO DE FIOS RETANGULARES DE NÍQUEL-
TITÂNIO APÓS O TRATAMENTO TÉRMICO EM SUA PORÇÃO DISTAL**

MARCELO FARIA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Ceuma – UNICEUMA, para a obtenção do grau de Mestre em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel

Co-orientador: Prof. Dr. Fausto Silva Bramante

São Luís
2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

FORMAÇÃO DO AUTOR

Nascimento: 25/12/1978 – Viçosa (MG)

Filiação: Diná José da Silva

1998 - 2003: Graduação em Odontologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.

2004 - 2006: Especialização em Estratégia Saúde da Família pela Universidade Federal do Tocantins.

2008 - 2010: Especialização em Ortodontia pela Funorte/Soebrás em Araguaína-To.

Dedicatória

Dedico este trabalho a...

A **Deus**, pelo sopro de vida, pela misericórdia e cuidado constante, por ter me elegido filho, me abençoando em todos os momentos de minha vida e me fortalecendo a cada provação na jornada deste curso. A Ele toda Glória e Honra, pois o princípio da sabedoria é o temor a Deus!

À minha mãe **Diná**, que deu seu melhor por mim, pois apesar das limitações, soube sozinha, me educar e transmitir os valores da vida. Todo amor e dedicação dada por ela me possibilitou chegar até aqui. Desde 2008 descansa no seio de Abraão, mas continua eternamente viva em meu coração.

À **Cris**, que soube ser âncora durante a tempestade, me mantendo firme em um porto seguro, que soube ser vela durante a viagem, transmitindo a força necessária à jornada, que soube ser lastro quando precisei de estabilidade e soube ser asa quando precisei voar. Foi minha incentivadora e desde o início desta jornada esteve ao meu lado. Apesar da distância, de minhas longas horas de estudo e das renúncias sofridas nestes dois anos, soube ser forte e me passar força quando necessário. Seu amor e compreensão me sustentaram neste tortuoso caminho que trilhei no mestrado, te amo hoje mais que ontem e menos que amanhã...

Ao **Davi e Lucas**, minha maior herança nessa terra, o simples fato de existirem já me dá o estímulo necessário para lutar e vencer, o carinhoso pedido na véspera de cada módulo: “deixa ir estudar com você papai?”, cortava meu coração, mas me devolvia ânimo pra encerrar minha jornada.

À minha sogra, **Luziene**, pela amabilidade e presença constante em minha caminhada, obrigado pelas orações, saiba que te tenho como uma segunda mãe.

Aos meus tios **Terezinha, Fritz, Maria José e Jotta**; por terem sempre me incentivado a estudar em prol de um futuro melhor. Muito obrigado!

Agradecimientos

Agradeço

À Universidade CEUMA, representada pelo **Prof. Marcos Barros e Silva**.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, representada pelo **Prof. Valério Monteiro Neto**.

Ao Programa de Mestrado Acadêmico em Odontologia, Área de Concentração Ortodontia, representado pelo brilhante coordenador **Prof. Matheus Coêlho Bandéca**.

Ao meu orientador **Prof. Dr Júlio de Araújo Gurgel** pela paciência, incentivo e oportunidade de ser seu orientado. Minha profunda admiração pela dedicação, competência e amor à Ortodontia.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr Fausto Silva Bramante**, pela sugestão do tema e preocupação constante na qualidade deste trabalho, sem falar na disponibilidade e solicitude para comigo.

Aos **Professores Dr José R. P. Lauris e Dr Silvio Gomes Monteiro** pelas orientações na análise estatística deste estudo.

Aos professores do curso **Prof. Dr. Rudys Rodolfo de Jesus Tavares, Prof^a Dr^a Célia Regina Maio-Pinzan Vercelino, Prof^a Dr^a Leily Firoozmand, Prof. Dr Erick Miranda Sousa, Prof. Dr Etevaldo Matos Maia Filho, Prof^a Dr^a Rejane Christine de Souza Queiroz, Prof^a Dr^a Luciana Salles Branco de Almeida e Prof^a Dr^a Sandra Regina Rodrigues dos Santos**, pela disposição, dedicação, motivação e altruísmo empregados na qualidade deste curso.

À **Fapema** por ter acreditado e ajudado financeiramente na execução deste trabalho através do **Programa de Apoio a Elaboração de Dissertação ou Tese - PAEDT edital FAPEMA Nº 016/2012**, agradeço imensamente.

Aos funcionários da clínica, **Nassim e Fran**, pela colaboração e atenção empregadas nas noites de clínica.

À secretaria do curso **Erimônica**, pela presteza, eficiência e amizade.

A todos os demais **Funcionários** do curso e da Universidade Ceuma, que diretamente ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta jornada.

Agradecimentos Especiais

AOS AMIGOS E COLEGAS DE CURSO

Aos amigos e companheiros de viagem e estadia em São Luís, **Adelson** e **Arilton**, a amizade de vocês foi fundamental pra mim, sem falar do cuidado e preocupação em solucionar os meus problemas, posso dizer que vocês verdadeiramente são amigos mais chegados que irmãos.

Aos amigos **Érico, Kellyne, Reggiani, Theodorico**, que nestes dois anos de convivência e cumplicidade, se mostraram seres humanos admiráveis, nunca me esquecerei de vocês! Ainda nos encontraremos nesta caminhada rumo à docência!

Aos amigos que chegaram um ano depois, **Rufino, Fabrício, Murilo, Amanda, Gisele** e **Mayana**, mas de modo especial, também deixarão saudades.

Ofereço a todos vocês estes versos que definem a verdadeira **AMIZADE**:

BONS AMIGOS

“Abençoados os que possuem amigos, os que os têm sem pedir”.

*Porque amigo não se pede, não se compra, nem se vende.
Amigo a gente sente!*

*Benditos os que sofrem por amigos, os que falam com o olhar. Porque
amigo não se cala, não questiona, nem se rende.*

Amigo a gente entende!

*Benditos os que guardam amigos, os que entregam o ombro pra chorar.
Porque amigo sofre e chora.*

Amigo não tem hora pra consolar!

*Benditos sejam os amigos que acreditam na tua verdade ou te apontam a
realidade. Porque amigo é a direção.*

*Amigo é a base quando falta o chão! Benditos
sejam todos os amigos de raízes, verdadeiros.*

*Porque amigos são herdeiros da real sagacidade. Ter
amigos é a melhor cumplicidade!*

*Há pessoas que choram por saber que as rosas têm espinho,
Há outras que sorriem por saber que os espinhos têm rosas!”*

Machado de Assis

“Ser feliz não é ter uma vida isenta de perdas e frustrações”.

É Ser alegre, mesmo se vier a chorar.

É Viver intensamente, mesmo no leito de um hospital.

É Nunca deixar de sonhar, mesmo se tiver pesadelos.

É Dialogar consigo mesmo, ainda que a solidão o cerque.

É Ser sempre jovem, mesmo se os cabelos embranquecerem.

É Contar histórias para os filhos, mesmo se o tempo for escasso.

É Amar os pais, mesmo se eles não o compreenderem.

É Agradecer muito, mesmo se as coisas derem errado.

É Transformar os erros em lições de vida.”

Augusto Cury

Sumário

SUMÁRIO

RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	16
LISTA DE ABREVIATURA.....	17
INTRODUÇÃO FUNDAMENTADA.....	19
PROPOSIÇÃO.....	23
CAPÍTULO 1.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXOS.....	47
APÊNDICE.....	65

Resumo

Silva MF. Avaliação da deflexão de fios retangulares de níquel-titânio após o tratamento térmico em sua porção distal. [dissertação]. 67p. São Luís: Universidade Ceuma: 2013.

RESUMO

Introdução: Na Ortodontia contemporânea, a utilização combinada de braquetes autoligados e fios de NiTi, tem sido amplamente difundida por apresentar menor atrito entre braquete e fio, facilitando em tese, a movimentação dentária, mas podendo gerar transtorno ao paciente, devido ao deslocamento lateral do fio ortodôntico que tem potencial de lesionar a mucosa jugal do paciente, caso o fio não seja devidamente travado. Como alternativas, o profissional pode utilizar *stops (crimpable archwire stops)* industrializados ou o tratamento térmico na distal e posterior dobra do fio na região de molar. O destemperamento da região distal do fio de NiTi o torna maleável, aceitando dobras, mas até o momento não se sabe as reais implicações mecânicas na região adjacente ao tratamento térmico. **Objetivo:** O objetivo desta pesquisa *in vitro* foi avaliar a deflexão de fios ortodônticos de níquel-titânio (NiTi) em sua porção adjacente ao tratamento térmico realizado no extremo distal com a intenção de facilitar o travamento do arco metálico na distal dos tubos de molares. **Métodos:** Foram testados 160 segmentos de fios de NiTi (.019" x .025") e NiTi termoativado (.016" x .022") de 4 marcas comerciais; obtidos de 80 arcos, onde cada arco possuía um lado experimental, submetido ao tratamento térmico, e um lado controle isento de tratamento térmico. Foram testados 10 fios de mesmo lote de fabricação de cada marca. Os testes de deflexão foram realizados em máquina de ensaios universal (EMIC modelo DI2000), com controle de temperatura em $(36\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Foram realizadas análises para observar a normalidade da distribuição das variáveis do estudo pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, observada a normalidade da distribuição, foi aplicado o teste *t* de *student* não-pareado, visando observar a diferença entre os grupos experimental e controle em cada espessura e marca. A significância estatística foi fixada com p valor $<0,05$. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante entre os grupos testados, de mesma espessura e marca comercial. **Conclusão:** Conclui-se que o tratamento térmico não influenciou nos resultados do Teste de Deflexão dos três pontos na região adjacente à extremidade de fios de NiTi submetidas ao tratamento térmico. **Palavras chave:** fios ortodônticos, tratamento térmico, ligas ortodônticas.

Abstract

Silva MF. Evaluation of deflection of nickel-titanium rectangular arch wire in adjacent portion at its extremity after heat treatment [dissertation]. 67p. São Luíz: Ceuma University: 2013.

ABSTRACT

Introduction: Contemporary Orthodontics, the combined use of self-ligating brackets and wires of NiTi has been widely it has lower friction between bracket and wire, facilitating in theory, tooth movement, but can generate disorder patient, due to the lateral displacement of the orthodontic wire that has the potential to injure the oral mucosa of the patient, if the wire is not properly locked. As alternatives, the professional can use industrial stops (*crimpable archwire stops*) or heat treatment in distal and posterior bending the wire in the molar region. The destemperamento the distal region of the NiTi wire makes it malleable, accepting folds, but so far no one knows the actual mechanical implications in the region adjacent to the heat treatment. **Objective:** The aim of this study was to evaluate the deflection behavior of nickel-titanium (NiTi) orthodontic wires in the adjacent area to the extremity portion subjected to heat treatment. **Methods:** We tested 160 segments of NiTi wires (.019 "x .025") and NiTi termoactivated (.016 "x .022") of 4 commercial marks. The both extremity of the 80 arch wires were cut off and one of them received heat treatment, and the other were used as control. The wires (n=10) were adapted in a standard metal jig to simulate a distal portion of maxillary. A testing machine applied deflection from 0 to 3,1 mm at 36°C. Forces on activation and deactivation deflection of 1 mm were compared by the Student t test unpaired (p <0.05). **Results:** No statistically significant differences were found between the groups tested. **Conclusion:** Concluded that the procedure of heat treatment does not influence the mechanical properties in the area adjacent of extremity of NiTi wires subjected to heat treatment.

Keywords: orthodontic wires, thermal treatment, orthodontic alloys.

LISTA DE ABREVIATURAS

NiTi	Nitinol ou Níquel-Titânio
EMF	Efeito de Memória de Forma
N	Newton
n	Número de espécimes
°C	Graus Celsius
Af	Temperatura Austenítica Final
Ms	Temperatura Martensítica Inicial
s	Segundo
ISO	International Organization for Standardization
”	Polegadas
.0	0,0

Introdução Fundamentada

INTRODUÇÃO FUNDAMENTADA

O tratamento ortodôntico normalmente inicia-se pela correção de discrepâncias transversais, quando existentes, avançando com a fase de alinhamento e nivelamento, e finalizando com a correção de discrepâncias sagitais inter-arcos, intercuspidação e pequenos ajustes¹. A fase de alinhamento e nivelamento se caracteriza pelo aumento progressivo do calibre dos fios, inicialmente bem flexíveis e com Efeito de Memória de Forma (EMF), por produzirem forças leves e constantes, evoluindo para fios mais rígidos de aço inoxidável. Estes fios flexíveis comumente utilizados são da liga de Níquel-Titânio (NiTi) termoativados e convencionais².

Ensaio clínicos randomizados procuraram sugerir uma sequência de arcos ideal para que ocorresse uma movimentação dentária efetiva sem que extrapolasse os limites fisiológicos periodontais^{3,4}, mas estes não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados no quesito eficiência, mas em se tratando de sintomatologia dolorosa, os fios de NiTi termoativados se mostraram mais fisiológicos que os convencionais, uma vez que liberam forças de menor intensidade e por maior período de tempo que seus análogos convencionais⁵.

O uso combinado de fios de NiTi convencional e termoativado, seguido pelos fios de aço em estágios de finalização, têm sido sugerido com o intuito de otimizar a resposta clínica ao tratamento ortodôntico, onde inicialmente se utiliza os fios redondos de NiTi convencional de calibre .012" seguido pelo termoativado .018", promovendo um alinhamento e nivelamento inicial dos dentes, em seguida, os fios retangulares de NiTi termoativado .016"X.022" e .019"X.025" convencional finalizariam este processo garantindo também a inclinação de coroa pré-definida pelos braquetes pré-ajustados (*straightwire*), na fase de finalização e estabilização o fio retangular de aço .019"X.025" se faz necessário para o correto fechamento de espaços e pequenos ajustes individualizados⁶.

Assim como os fios utilizados na Ortodontia, os braquetes ortodônticos sofrem contínuo processo evolutivo, ambos tendo como alvo um tratamento ortodôntico rápido, indolor, eficaz e estável; sendo assim, os braquetes autoligados estão se destacando

atualmente por eliminarem o uso de ligaduras elásticas, diminuindo o tempo de atendimento e favorecendo uma melhor higienização bucal do paciente além de minimizar o atrito entre o fio ortodôntico e o braquetes, beneficiando a movimentação dentária⁷. A redução do atrito durante o tratamento ortodôntico pode resultar em incômodo e/ou lesões no tecido bucal pela exposição da porção final do fio, na medida em que os dentes se movimentam, além do potencial de vestibularização dos dentes anteriores. A fim de solucionar estas questões, fabricantes de materiais ortodônticos têm produzido os chamados *stops (crimpable archwire stops)* de fios, que são acessórios colocados sob os fios no espaço interbraquetes, limitando o deslocamento do fio⁸.

Uma solução usual para esta situação, amplamente utilizada pelos profissionais, seria o tratamento térmico da porção distal do fio de NiTi utilizando lamparina ou isqueiro, pois estes possuem baixa conformabilidade e não aceitam dobras, sob pena de fraturarem. Assim sendo, o profissional após adaptar o fio na arcada do paciente, permite um ligeiro excesso bilateral de 3 a 5 mm, cortando o restante do fio e descartando-o, removendo o arco da boca e posicionando sua porção final na região azul escuro da chama até que o fio fique rubro, onde alcançaria a temperatura desejável de recozimento ($\pm 650^{\circ}\text{C}$)^{9,10}. Este procedimento conhecido como tratamento térmico, provoca a perda das propriedades mecânicas da liga de NiTi, bem como sua propriedade de EMF, tornando possível a deformação permanente na região aquecida¹¹. Após esta intervenção na porção distal do fio, o mesmo é adaptado nos *slots* dos braquetes, e posteriormente uma dobra, normalmente em sentido gengival, é realizada para limitar o deslocamento do fio e também, quando pretendido, estabilizar o comprimento do arco.

Esta técnica eficaz, de fácil execução e custo irrisório, apesar de popularmente utilizada, carece de uma validação científica no que tange suas consequências mecânicas no fio na região adjacente ao tratamento térmico, que corresponderia na maioria das vezes, à região de pré-molares.

Atualmente, uma das maneiras mais confiáveis e clinicamente aplicáveis de avaliação de fios ortodônticos é dada pelo uso do teste de deflexão, pois simula de forma satisfatória o que ocorre na prática clínica, quando inserido um fio no *slot* de um

braquete^{12,13}. Assim sendo, foi lançado em 2006 uma norma ISO específica para testes laboratoriais de fios ortodônticos, visando tornar os resultados mais confiáveis, reproduzíveis e comparáveis¹⁴.

Os metais em geral, apresentam uma alta habilidade de conduzir a energia térmica, ou seja, apresentam uma alta condutividade térmica. Estudos revelaram que a exposição dos fios de NiTi a temperaturas de 500°C e 600°C alteraram suas propriedades mecânicas, diminuindo a liberação de força em teste de deflexão dos 3 pontos^{11,15}.

Levando em consideração a existência da alta condutividade térmica dos metais, este estudo *in vitro* teve por objetivo verificar as alterações na deflexão da porção adjacente ao tratamento térmico em arcos de níquel-titânio. A hipótese nula testada é a de que o tratamento térmico na porção distal para o travamento de fios de NiTi, não provoca alterações que repercutem na deflexão do fio na região adjacente ao aquecimento.

Proposição

Proposição

O objetivo deste estudo foi avaliar a deflexão da região adjacente ao tratamento térmico realizado na extremidade distal de dois tipos de fios ortodônticos de níquel-titânio retangulares de diferentes marcas comerciais.

Capítulo 1

ARTIGO INÉDITO

Normas: The American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

Avaliação da deflexão de fios retangulares de níquel-titânio após o tratamento térmico em sua porção distal

Marcelo Faria da Silva^a; Júlio de Araújo Gurgel^b; Fausto Silva Bramante^b; Célia Regina Maio-Pinzan Vercelino^b

Departamento de Ortodontia, Unidade Renascença, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

^aMestre em Odontologia, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

^bProfessor(a) Doutor(a) da Disciplina de Ortodontia, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

Endereço de correspondência: Prof. Dr Júlio de Araújo Gurgel, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

AVALIAÇÃO DA DEFLEXÃO DE FIOS RETANGULARES DE NÍQUEL-TITÂNIO APÓS O TRATAMENTO TÉRMICO EM SUA PORÇÃO DISTAL

RESUMO

Objetivo: O objetivo desta pesquisa *in vitro* foi avaliar a deflexão de fios ortodônticos de níquel-titânio (NiTi) em sua porção adjacente ao tratamento térmico realizado no extremo distal com a intenção de facilitar o travamento do arco metálico na distal dos tubos de molares. **Métodos:** Foram testados 160 segmentos de fios de NiTi (.019" x .025") e NiTi termoativado (.016" x .022") de 4 marcas comerciais; obtidos de 80 arcos, onde cada arco possuía um lado experimental, submetido ao tratamento térmico, e um lado controle isento de tratamento térmico. Foram testados 10 fios de mesmo lote de fabricação de cada marca. Os testes de deflexão foram realizados em máquina de ensaios universal (Emic modelo DI2000), com controle de temperatura. Foi aplicado o teste *t* de *student* não-pareado, visando observar a diferença entre os grupos experimental e controle em cada espessura e marca. A significância estatística foi fixada com *p* valor <0,05. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante entre os grupos testados, de mesma espessura e marca comercial. **Conclusão:** Conclui-se que o tratamento térmico não influenciou nos resultados do Teste de Deflexão dos três pontos na região adjacente à extremidade de fios de NiTi submetidas ao tratamento térmico.

Palavras chave: fios ortodônticos, tratamento térmico, ligas ortodônticas.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Os fios de Níquel-Titânio (NiTi) são comumente utilizados nas fases iniciais do tratamento ortodôntico por liberarem forças leves e constantes apropriadas ao alinhamento e nivelamento. Portanto, este tipo de fios ortodônticos é indicado para a sequência de arcos de nivelamento com braquetes convencionais e autoligados¹. Não obstante, a utilização dos braquetes autoligados reduza o atrito, o melhor deslize do fio no *slot* dos braquete pode acarretar em maior vestibularização dos incisivos e/ou o surgimento de excessos de fios na distal dos tubos dos molares. A sobra de fios na distal dos tubos geralmente causa incômodo ou lesiona o tecido bucal próximo à porção final do fio. A fim de minimizar o deslocamento dos fios em direção distal dos

tubos dos aparelhos autoligados, fabricantes de materiais ortodônticos têm produzido os chamados *stops* de fios, que são acessórios colocados sob os fios no espaço interbraquetes, limitando o deslocamento do fio^{2,3}.

Uma solução usual para esta situação seria o tratamento térmico da porção distal do fio utilizando lamparina ou isqueiro, tornado assim este segmento do fio destemperado. Esta manobra acarreta na perda das propriedades mecânicas e facilita a aceitação de dobras. Usualmente realiza-se esta manobra adaptando o fio na arcada do paciente e cortando o restante do fio de modo a permitir a presença de um ligeiro excesso bilateral de 3 a 5 mm. A seguir remove-se o arco da boca e posiciona-se esta porção final na região azul da chama até que o fio atinja a coloração rubra. Este sinal visual indica onde se atinge a temperatura de recozimento da liga. Este procedimento conhecido como tratamento térmico, provoca a perda das propriedades mecânicas da liga de NiTi quando atinge a temperatura de $\pm 650^{\circ}\text{C}$ e torna possível a inserção de deformação permanente na região aquecida^{4,5}. Após esta intervenção na porção distal do fio, o mesmo é adaptado nos *slots* dos braquetes, e depois uma dobra, normalmente em sentido gengival, é realizada para limitar o deslocamento do fio e também supõe-se, estabilizar o comprimento do arco. Esta técnica eficaz, de fácil execução e custo irrisório, apesar de popularmente utilizada, carece de uma validação científica no que tange suas alterações nas propriedades mecânicas nos demais segmentos do fio.

Estudos revelam que a exposição dos fios de NiTi a temperaturas de 500°C e 600°C alteraram suas propriedades mecânicas, diminuindo a liberação de força em teste de deflexão^{6,7}. Como as ligas metálicas apresentam-se como boas condutoras de calor entende-se que o aquecimento da extremidade de fios ortodônticos leva a dissipação de calor para outras porções do mesmo arco ortodôntico. Deste modo, torna-se preocupante o fato de realizar-se o tratamento térmico na extremidade distal de fios de NiTi e isto acarretar em alterações na deflexão na região adjacente ao tratamento térmico, o que neste caso corresponderia na maioria das vezes, à região de pré-molares.

Para analisar a influência do tratamento térmico nos fios de NiTi, este estudo experimental *in vitro* se propôs a analisar as alterações na deflexão da porção

adjacente a extremidade de fios de NiTi onde realizou-se previamente o tratamento térmico em diferentes marcas comerciais. A hipótese nula a ser testada, é que o tratamento térmico na região distal dos arcos ortodônticos de NiTi não causa alterações na deflexão da região adjacente, correspondente aos segundos pré-molares

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a deflexão dos fios de NiTi utilizou-se o teste deflexão dos três pontos por sua indicação pela Norma 15.841 e por causa de sua semelhança clínica e reprodutibilidade. Tal norma recomenda 6 espécimes de cada amostra, estudos sugerem a utilização de dez em cada grupo, assim sendo, para minimizar a chance de algum erro técnico, aumentar a confiabilidade dos resultados e em concordância com a literatura, um número de 10 espécimes foi escolhido, para cada grupo, de mesmo lote, em cada grupo de arcos de NiTi termoativado com diâmetros de .016”X.022” e arcos de NiTi de.019”X.025” (Tabela I)⁸.

Os arcos possuem forma de parábola, sendo que foram medidos com um paquímetro digital de 150 mm “Coolant Proof ABSOLUTE” (Mitutoyo, Tóquio, Japão), com acurácia de 0,001mm, e com o uso de um alicate de corte, seccionados a 28 mm das extremidades de cada lado do fio, obtendo assim dois corpos de prova por fio. O fragmento sem tratamento térmico fora denominado de Grupo Controle e no Grupo Experimental fora realizado tratamento térmico nos 5 mm finais do fragmento, utilizando um mini maçarico ortodôntico a gás (Orto-Gás GB-2001 da marca Blazer S.A, Guangzhou, China), com tempo de exposição de 3 segundos levando o fio ao rubro ($\pm 650^{\circ}\text{C}$). Tal procedimento foi realizado no mesmo tempo com todos os fios experimentais, posicionados sob a chama, previamente calibrada com coloração AZUL, aferido o comprimento da mesma (20 mm), a temperatura foi medida e controlada utilizando um medidor de temperatura portátil, denominado Termopar (Novus - Smart Meter, Porto Alegre, Brasil), para maior controle da temperatura. Após a preparação das amostras, as mesmas foram acondicionadas e codificados em embalagens plásticas por um segundo operador, promovendo o cegamento do operador que realizou as aferições, tratamento térmico e testes de deflexão, assim foram compostas 80 amostras do grupo controle e 80 do grupo experimental, ambas subdivididas em grupos de 10.

Para a fixação dos corpos de prova durante os ensaios, foi utilizado um

dispositivo metálico (Figura 1), composto por um suporte e dois pinos soldados verticalmente a este, com diâmetro de 5 mm cada, equidistantes 14 mm. Em um pino foi fixado um braquete metálico de pré-molar superior, e no outro pino tubo simples para molar superior, ambos com *slot* .022", sem torque e sem angulação (Morelli, Sorocaba, Brasil). As peças foram fixadas aos pinos metálicos do dispositivo, utilizando um segmento de fio de aço inoxidável de .021"x.025", e elástico modular (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil) com o objetivo de manter o alinhamento dos *slots* nas peças e eliminar qualquer desalinhamento dos acessórios. Por fim, utilizou-se o paquímetro digital para aferir a distância interbraquetes pré-determinada de 14mm⁹.

Cada corpo de prova foi posicionado sob o braquete e acessório, de tal forma, que a distância entre a porção distal de cada braquete e a extremidade do fio, apresentava o mesmo comprimento nos dois lados. Os fios experimentais foram fixados no braquete com elásticos modulares da cor cinza (Morelli, Sorocaba, Brasil). Em seguida, o dispositivo de teste foi adaptado à máquina de ensaios universal, parafusando o dispositivo a uma base dentro do interior do compartimento da câmara térmica (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), pois de acordo com a norma, os testes foram realizados sempre à mesma temperatura para todos os grupos testados, sendo (36±1)°C a temperatura de teste por ser próxima à bucal¹⁰.

Para contemplar os critérios do ISO 15.841, o teste de deflexão de três pontos foi realizado em Máquina de Ensaio Universal (EMIC, modelo DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil), utilizando célula de carga de 50N. Dentro de um dispositivo (Figura 1), os fios foram defletidos até 3,1mm, com velocidade de 1 mm por minuto em ativação e desativação. Os resultados foram registrados pelo software Tesc versão 3.0, que acompanha a EMIC e permite a construção de *scripts* de ensaios em tempo real¹¹. Todos os procedimentos estatísticos foram executados no programa Statistica v.5.1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA). Os dados foram descritos pelos parâmetros de média e desvio padrão. Para verificar se os dados possuíam distribuição normal utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Nenhuma medida apresentou desvio significativo da normalidade. Para comparar as medidas do grupo Controle com as do Experimental foi utilizado o teste *t*, adotando nível de significância de 5% (p<0,05).

RESULTADOS

Para avaliação dos resultados utilizou-se a força produzida em 1,0 mm da curva de ativação e desativação por considerar representativa da deflexão média observada clinicamente para a região.

Os valores alcançados pelos fios de calibre .019" x .025", tanto na ativação quanto na desativação, foram maiores que os de menor calibre (.016" x .022") devido a sua maior espessura e rigidez^{12,13}.

Os resultados encontrados na desativação a 1 mm foram menores que na ativação devido às propriedades mecânicas dos fios de NiTi, que viabilizam uma força menor e constante durante a deflexão do fio, devido ao fenômeno chamado histerese^{14,15}. Neste estudo observou-se para as 4 marcas comerciais uma média de forças de desativação dos fios .016" x .022" de 1,6N e para os fios .019" x .025" uma média de 6,2N.

Conforme Tabela II, entre os fios .016" x .022", durante a ativação, somente os fios da marca Unitek/3M obtiveram média de valores maiores no grupo experimental (5,98N) em relação ao controle (5,84N). Semelhante situação ocorreu na desativação, onde os fios da marca Unitek/3M alcançaram valores médios maiores no grupo experimental (1,36N) que no controle (1,23N). Embora não seja objeto de nosso estudo, observou-se que para os demais fios testados os valores tanto na ativação quanto desativação mostraram-se menores no grupo experimental que em relação ao controle.

Entre os fios .019" x .025" (Tabela III), durante a ativação, somente os fios da marca Orthometric tiveram valores médios maiores no grupo experimental (13,64N) em relação ao controle (12,83N), mas na desativação não ocorreu o mesmo, pois os fios da Unitek/3M e Morelli, alcançaram respectivamente para o grupo experimental valores como 7,60N e 6,43N, e para o grupo controle 7,44N e 6,24N consecutivamente.

DISCUSSÃO

Com o advento dos braquetes autoligados e a mecânica de baixo atrito, ficou evidente a necessidade de utilização dos fios de NiTi, principalmente termoativados, tornando mais eficaz à ação deste tipo de braquete^{16,17}. O deslocamento lateral do arco e concomitante ulceração da mucosa bucal, trouxe a necessidade do travamento do arco sob os braquetes, como por exemplo o destemperamento e dobra das

extremidades dos arcos como alternativa aos *stops* comercializados.

Os resultados do presente estudo sugerem que o tratamento térmico realizado na extremidade dos fios de NiTi testados, não provoca alterações na deflexão do fio ortodôntico na região dos segundos pré-molares; ou seja, não ocorreu alteração na deflexão dos fios de NiTi testados na região adjacente ao tratamento térmico realizado para favorecer a dobra na porção distal presente no final do tubo dos molares. Este dado permite ao ortodontista realizar com segurança o uso do tratamento térmico para realizar dobras nas extremidades de fios de NiTi que estejam sendo utilizados para o nivelamento e alinhamento de dentes anteriores ao local do referido tratamento térmico.

De acordo com a metodologia utilizada deve-se atentar para que o tratamento térmico seja realizado nos 5 mm finais da extremidade dos fios de NiTi. Agindo desta forma, o ortodontista tem remanescente suficiente de fio para realizar uma dobra, em sentido gengival, por distal do tubo (acessório) dos molares. Sendo assim, este tipo de dobra pode ser de uso clínico para finalidades como o impedindo que o arco deslize lateralmente sob os *slots* dos braquetes e/ou provoque a vestibularização dos dentes anteriores.

Estudos sobre a completa exposição de fios ortodônticos de NiTi à 500°C mostram alteração parcial de suas propriedades mecânicas. Entretanto, quando exposta à 600°C, os mesmos fios perdem totalmente estas propriedades⁶. Este fato justifica, porque neste nosso estudo, foi escolhido o tratamento térmico oscilando em $\pm 650^{\circ}\text{C}$, ou seja quando o fio chega à cor rubra. Portanto, espera-se que com esta temperatura tenha-se levado à perda total das propriedades do fio de NiTi nas extremidades submetidas ao tratamento térmico. Normalmente em consultório, o ortodontista utiliza uma lamparina ou isqueiro para “destemperar” a porção final do fio, objetivando padronizar e eliminar vieses de aferição, optou-se pelo uso do mini maçarico ortodôntico previamente calibrado e com temperatura controlada (Termopar).

As marcas estudadas tiveram comportamentos diferentes entre si na ativação e na desativação, no entanto, como não houve comparação estatística, nos restringimos a discutir o comportamento médio dos fios na ativação e desativação. Sendo assim, para os fios .016” x.022” da marca Unitek/3M, tanto na ativação quanto na desativação,

os valores maiores para o grupo experimental em relação ao controle, sugerindo um aumento da rigidez do fio, na região adjacente ao tratamento térmico. Pode-se entender que o tratamento térmico tenha favorecido o aumento da rigidez para a deflexão do fio. Contudo, este fato não parece comprometer o alinhamento de pré-molares por tratar-se de dentes com área radicular maiores do que dos incisivos e portanto não tão sensíveis ao aumento da forças geradas pela deflexão.

Os demais fios .016" x.022" testados (Eurodonto, Morelli, Orthometric) tiveram valores, tanto na ativação quanto desativação, menores no grupo experimental que em relação ao controle, sugerindo que nestes fios, o tratamento térmico provocou alterações na região adjacente, portanto reduzindo a força necessária para a deflexão dos fios sendo desfavorável em situação clínica (Figura II). Como os valores da comparação entre os grupos não mostraram-se com significância estatística, deve-se entender que esta redução na força utilizada para a deflexão também não tem significância clínica para a movimentação ortodôntica dos pré-molares.

Na comparação entre os fios .019" x .025", durante a ativação, somente a marca Orthometric exibiu valores médios maiores para o grupo experimental em relação ao controle, contudo na desativação não ocorreu o mesmo fato. Não obstante, para os fios da Unitek/3M e Morelli, observou-se para o grupo experimental valores maiores do que os observados para o grupo controle, significando que a técnica de destemperamento provocou o aumento na rigidez. Esta alteração na rigidez não seria clinicamente favorável, pois resultaria na geração de uma ativação excessiva. No entanto, para instalar o fio .019" x .025" clinicamente, considera-se um grau de nivelamento suficiente para induzir a uma pequena deflexão do fio necessária à adaptação no *slot* do braquete. Deste modo, este aumento de rigidez verificada resultaria em um aumento de força irrelevante, pois não se exige deste fio uma deflexão compatível ao valor de deflexão (1 mm) analisado em nosso estudo (Figura III).

Estas diferenças no comportamento entre os dois tipos de fio, pode estar relacionada ao fato de um grupo ser de fios NiTi termoativáveis e outro de NiTi convencional, pois devido às diferenças nos processos de fabricação e formatação dos fios, bem como a temperatura de transformação das fases Austenítica final (Af) para

Martensítica inicial (Ms) contidas em cada marca de fios termoativáveis, podem determinar as diferentes reações nas propriedades mecânicas dos fios testados.

A alta média das forças observada nos fios .019" x .025" neste experimento se justifica por alguns motivos, o primeiro seria o calibre do arcos utilizados, pois na maioria dos estudos se utiliza arcos redondos de baixo calibre^{14,16}, o segundo fator é a inclusão de braquetes no teste dos 3 pontos, pois notou-se que a inclusão de dois braquetes aumenta 86% a força no sistema original, e quando há um aumento na largura do braquete (por exemplo o tubo fechado utilizado na pesquisa), o incremento pode ser de até 100% nas forças geradas¹⁸, terceiro e último motivo foi à utilização de elástico para amarrar o fio ao braquete, pois estudos comprovaram que o elástico aumentou em 3 vezes o valor da força durante a deflexão do arco quando comparado às ligaduras em aço (amarrilho) e braquete autoligado¹⁹. Optou-se pela utilização destes aparatos a fim de aproximar ao máximo da realidade clínica, pois apesar do avanço na utilização dos braquetes autoligados, o uso dos elásticos para a amarração dos arcos é realizado pela grande maioria dos ortodontistas²⁰.

Portanto, é sabido que os valores alcançados em experimentos *in vitro* nem sempre coincidem com a realidade clínica, mas servem de comparação com outros estudos e no processo de escolha do melhor material para determinado estágio do tratamento²¹.

A comparação entre fios de NiTi de marcas diferentes não tem-se mostrado na literatura com diferenças estatisticamente significantes, não obstante, a comparação entre as marcas não tenha sido objetivo deste estudo, o tratamento térmico na porção distal de fios de NiTi não influenciou a deflexão nas diferentes marcas testadas. Sendo assim, parece evidente que o clínico pode selecionar o fio de NiTi de sua preferência na utilização desta técnica. Ao realizar o tratamento térmico e a dobra na porção distal dos fios de NiTi, o profissional previne injúrias na mucosa do paciente, principalmente no alinhamento dentários de casos com apinhamento anterior acentuado, pois durante a correção do apinhamento, no intervalo entre as consultas, ocorre o aparecimento de excesso de fio na região distal dos tubos dos molares. Embora os stops evitem o deslocamento do arco metálico, o mesmo não evita o surgimento destas sobras de fios na distal dos tubos dos molares. Deste modo, as dobras distais prestam-se como

manobras que asseguram a prevenção de injúrias em intervalos longos entre as consultas na fase de alinhamento e nivelamento dentário. Este nosso estudo assegura que estas dobras podem ser feitas em fios retangulares de NiTi termoativado e convencionais sem a preocupação de comprometer o alinhamento e nivelamento dos dentes adjacentes ao tratamento térmico.

CONCLUSÃO

De acordo com este estudo e metodologia empregada, é lícito afirmar que este estudo *in vitro*, mostrou que o procedimento do tratamento térmico na região distal dos molares não causou influência na deflexão dos arcos retangulares de NiTi convencionais e termoativados, em sua região adjacente, correspondente à região de segundos pré-molares.

REFERÊNCIAS

1. Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A Clinical Trial of Damon 2Y Vs Conventional Twin Brackets during Initial Alignment. *Angle Orthod* 2006;76:480-485.
2. Ehsani S et al. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: A systematic review. *Angle Orthod*. 2009;79:592-601.
3. Fleming PS, Johal A. Self-Ligating Brackets in Orthodontics. *Angle Orthod* 2010;80(3):575-584.
4. Khier RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Volgels DS. Study of orthodontic diagnosis and treatment produces, part 1: results and trends. *J Clin Orthod* 2008;42(11):625-40.
5. Iijima M, Brantley WA, Guo WH, Clark WAT, Yuasa T, Mizoguchi I. X-ray diffraction study of low-temperature phase transformations in nickel–titanium orthodontic wires. *Dental materials* 2008,24:1454-1460.
6. Khier SE, Brantley WA, Fournelle RA. Bending properties of superelastic and nonsuperelastic nickel-titanium orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(4):310-314.
7. Yoneyama T, Doi H, Kobayashi E, Hamanaka H. Super-elastic property of Ti-Ni alloy for use in dentistry. *Front Med Biol Eng* 2000;10(2):97-103.
8. Berger J, Waram T. Force levels of nickel titanium initial arch wires. *J Clin Orthod* 2007;41(5):286-92.

9. Normalization, C. E. D. Wires for use in orthodontics - ISO 15841. p. 1-12, 2007.
10. Moore RJ, Watts JTF, Hood JAA, Burritt DJ. Intra-oral temperature variation over 24 hours. *Eur J Orthod* 1999; 21:249-261.
11. Schemann-Miguel F, Cotrim-Ferreira F, Strevia AM, Chaves AVOA, Cotrim-Ferreira A. Análise comparativa da relação carga/deflexão de fios retangulares. *Dental Press J Orthod* 2012;17(3):35.e1-6.
12. Nakano H, Satoh K, Norris R, Jin T, Kamegai T, Ishikawa F, et al. Mechanical properties of several nickel-titanium alloy wires in three-point bending tests. *Am J Orthod* 1999; 115(4): 390-5.
13. Ong E, Ho C, Miles P. Alignment efficiency and discomfort of three orthodontic arch wire sequences: A randomized clinical trial. *Journal of Orthodontics* 2011, 38:32–39.
14. Bartzela TN, Senn C, Wichelhaus A. Load-Deflection Characteristics of Superelastic Nickel-Titanium Wires. *Angle Orthod* 2007;77(6):991-998.
15. Hayashi K, Araki Y, Mizoguchi I. Nonlinear Large-Deflection Analysis of Orthodontic Wires. *Angle Orthod* 2004;74:112–117.
16. Burstone CJ. Variable-modulus Orthodontics. *Am J Orthod*, 1981; 80(1):1-16.
17. Damon DH. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin Orthod Res* 1998;1:52–61.
18. Burrow SJ. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:442-7.
19. Kasuya S, Nagasaka S, Hanyuda A, Ishimura S Hirashita A. The effect of ligation on the load – deflection characteristics of nickel – titanium orthodontic wire. *Eur J Orthod* 2007; 29:578–582.
20. Gurgel JA, Kerr S, Powers JM, Le Crone V. Force-deflection properties of superelastic nickel-titanium arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120:378-82.
21. Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 96(2):100-9.

TABELAS

Tabela I: Descrição completa das especificações dos fios NiTi* testados

Grupos	Nome Comercial	Fabricante
.016" x .022"	E Thermal**	Shenzhen Superline Technology, Shenzhen, China. (Distribuído pela Eurodonto, Paraná).
	M Thermo Plus**	Dental Morelli, Sorocaba-SP, Brasil
	O Flexy Thermal Smart 37°C	Beijing Smart Technology, Beijing, China. (Distribuído pela Orthometric, Marília-SP).
	U Nitinol Heat-activated**	3M/Unitek, Monrovia, Califórnia, USA.
.019" x .025"	E Super Elastic	Shenzhen Superline Technology, Shenzhen, China. (Distribuído pela Eurodonto, Paraná).
	M Superelástico	Dental Morelli, Sorocaba-SP, Brasil
	O Flexy Super Elastic	Beijing Smart Technology, Beijing, China. (Distribuído pela Orthometric, Marília-SP).
	U NitinolSuperelastic	3M/Unitek, Monrovia, Califórnia, USA.

*NiTi: Níquel-Titânio

**Não informa na embalagem a temperatura de transformação.

FIGURAS

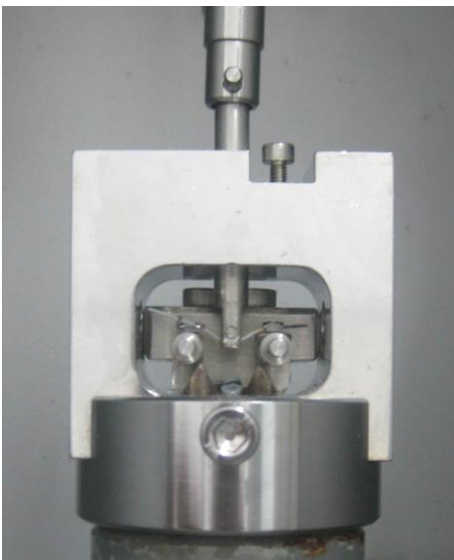


Figura 1: Dispositivo de ensaio.

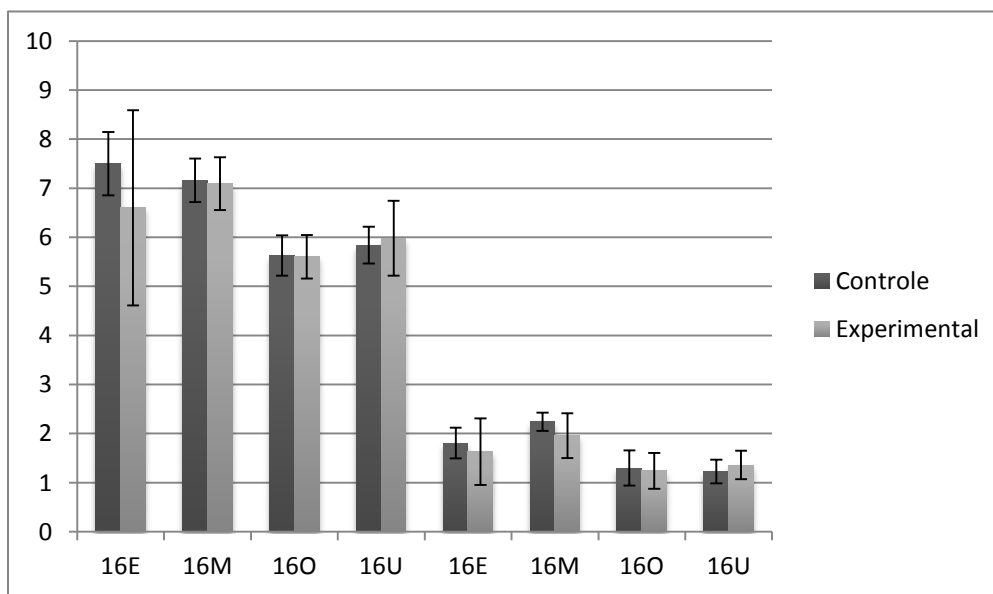


Figura 2 – Médias e desvio padrão dos fios .016" x .022" na ativação e desativação de 1 mm

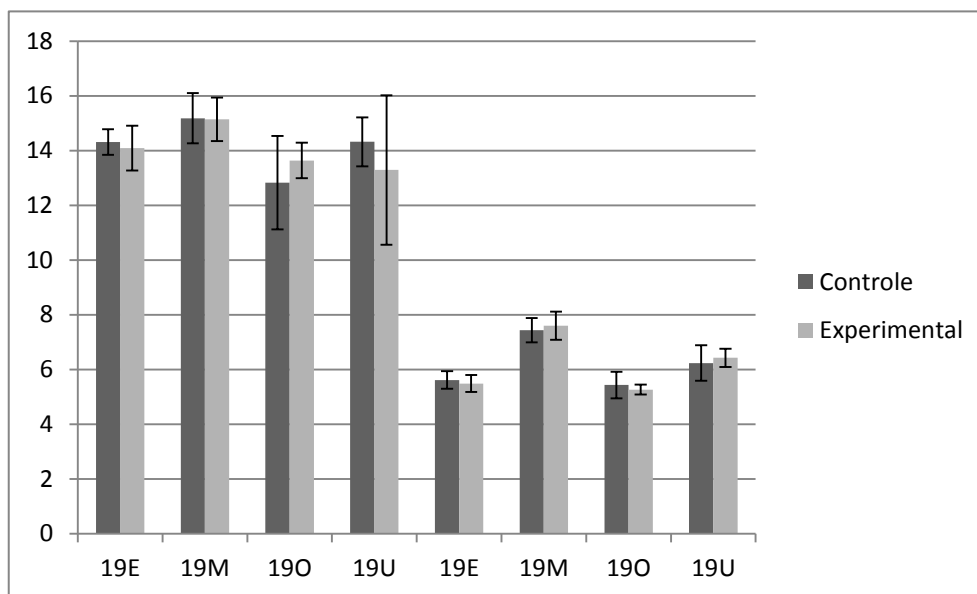


Figura 3 – Médias e desvio padrão dos fios .019" x .025" na ativação e desativação de 1 mm

Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo sugerem que o tratamento térmico realizado na extremidade dos fios de NiTi testados, não provoca alterações na deflexão do fio ortodôntico na região dos segundos pré-molares; ou seja, não ocorreu alteração na deflexão dos fio de NiTi testados na região adjacente ao tratamento térmico realizado para favorecer a dobra na porção distal presente no final do tubo dos molares. Este dado permite ao ortodontista realizar com segurança o uso do tratamento térmico para realizar dobras nas extremidades de fios de NiTi que estejam sendo utilizados para o nivelamento e alinhamento de dentes anteriores ao local do referido tratamento térmico.

Conclusão

CONCLUSÃO

De acordo com este estudo e metodologia empregada, é lícito afirmar que este estudo *in vitro*, que avaliou fios de NiTi termoativados e convencionais de dimensões .016" x .022" e .019" x .025", mostrou que o procedimento do tratamento térmico na região distal aos molares não causou influência no teste de deflexão dos arcos retangulares de NiTi convencionais e termoativados, em sua região adjacente, correspondente à região de segundos pré-molares.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Burstone CJ, Baldwin JJ, Lawless DT. The application of continuous forces to orthodontics. *Angle Orthod* 1961;31(1):1-14.
2. Bishara S. et al. Comparisons of the thermodynamic properties of three nickel-titanium orthodontic arch wires. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 65, no. 2, p. 117-122, 1995.
3. Mandall NA, Lowe C, Worthington HV, Sandler J, Derwent S, Abdi-Oskouei M, Ward S. Which orthodontic arch wire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 2006, 28:561-566.
4. Ong E, Ho C, Miles P. Alignment efficiency and discomfort of three orthodontic arch wire sequences: A randomized clinical trial. *Journal of Orthodontics*, 2011, 38:32–39.
5. Cioffi I, Piccolo A, Tagliaferri R, Paduano S, Galeotti A, Martina R. Pain perception following first orthodontic arch wire placement-thermoplastic vs superelastic alloy: a randomized controlled trial. *Quintessence Int.* 2012;43(1):61-9.
6. Gurgel JA, Pinzan A. Fios ortodônticos: qual, quando e por quê? *Dental Press Orthod.* 2008; 207-12.
7. Ehsani S et al. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: A systematic review. *Angle Orthod* 2009;79:592-601.
8. Fleming PS, Johal A. Self-Ligating Brackets in Orthodontics. *Angle Orthod* 2010;80(3):575-584.
9. Quintão, C C A; Brunharo, I H V P. Fios ortodônticos: conhecer para otimizar a aplicação clínica. *Dental Press J Orthod* 2009; 14(6):144-157.
10. Fonseca Júnior, F. M. Avaliação da Deflexão dos Fios de Níquel-Titânio

Termoativado .018" (0,45mm) e .016"X.022" (0,40x0,55mm) após o Tratamento Térmico em Sua Porção Distal. [dissertação]. São Luís: Universidade Ceuma: 2012.

11. Khier SE, Brantley WA, Fournelle RA. Bending properties of superelastic and nonsuperelastic nickel-titanium orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(4):310-314.
12. Burstone CJ, Qin B, Morton JY. Chinese NiTi wire--a new orthodontic alloy. *Am J Orthod*. 1985; 87(6): 445-52.
13. Krishnan, V.; Kumar, K. J. Mechanical properties and surface characteristics of three arch wire alloys. *Angle Orthod* 2004;74(6):825-831.
14. Normalization, C. E. D. Wires for use in orthodontics - ISO 15841. 2006. Primeira edição, 12p.
15. Yoneyama T, Doi H, Kobayashi E, Hamanaka H. Super-elastic property of Ti-Ni alloy for use in dentistry. *Front Med Biol Eng*. 2000;10(2):97-103.
16. Schemann-Miguel F, Cotrim-Ferreira F, Streva AM, Chaves AVOA, Cotrim-Ferreira A. Análise comparativa da relação carga/deflexão de fios retangulares. *Dental Press J Orthod* 2012;17(3):35.e1-6.
17. Moore RJ, Watts JTF, Hood JAA, Burritt DJ. Intra-oral temperature variation over 24 hours. *Eur J Orthod* 1999; (21):249-261.

Anexos

MATERIAL E MÉTODO

MATERIAL

Foram analisadas 4 marcas comerciais e duas variedades de fios, sendo utilizados 10 arcos de ligas de Níquel-Titânio (NiTi) de mesmo lote. Utilizou-se arcos de NiTi termoativado com diâmetros de $.016'' \times .022''$ (Figura 1) e arcos de NiTi convencional $.019'' \times .025''$ (Figura 2) das marcas Unitek/3M (Monrovia, USA), Morelli (São Paulo, Brasil), Eurodonto (Shenzhen, China), Orthometric (Beijing, China), sendo as duas últimas importadoras e distribuidoras de fios chineses (Tabela 1).



Figura 1: Fios NiTi Termoativáveis $.016'' \times .022''$ das marcas Eurodonto, Morelli, Orthometric e Unitek/3M



Figura 2: Fios NiTi Superelásticos $.019'' \times .025''$ das marcas Eurodonto, Morelli, Orthometric e Unitek/3M

Tabela I: Descrição completa das especificações dos fios NiTi* testados

Grupos	Nome Comercial	Fabricante
.016" x .022"	E Thermal**	Shenzhen Superline Technology, Shenzhen, China. (Distribuído pela Eurodonto, Paraná).
	M Thermo Plus**	Dental Morelli, Sorocaba-SP, Brasil
	O Flexy Thermal Smart 37°C	Beijing Smart Technology, Beijing, China. (Distribuído pela Orthometric, Marília-SP).
	U Nitinol Heat-activated**	3M/Unitek, Monrovia, Califórnia, USA.
.019" x .025"	E SuperElastic	Shenzhen Superline Technology, Shenzhen, China. (Distribuído pela Eurodonto, Paraná).
	M Superelástico	Dental Morelli, Sorocaba-SP, Brasil
	O Flexy Super Elastic	Beijing Smart Technology, Beijing, China. (Distribuído pela Orthometric, Marília-SP).
	U Nitinol Superelastic	3M/Unitek, Monrovia, Califórnia, USA.

*NiTi: Níquel-Titânio

**Não informam na embalagem a temperatura de transformação.

De cada arco se extraiu dois segmentos de fio, um Controle e outro Experimental, totalizando 160 amostras (n=10) (Tabela II).

Tabela II: Códigos, fabricantes, lote e quantidade da amostra dos fios.

Código	Nome Comercial	Dimensões	Lote	Amostra Total = 160	
				Controle	Experimental
E	Thermal**	.016" x .022"	10040501*	10	10
M	Thermo Plus**		1694171	10	10
O	Flexy Thermal Smart 37°C		2233739	10	10
U	Nitinol Heat-activated**		DR1NJ	10	10
E	Super Elastic	.019" x .025"	10040501*	10	10
M	Superelástico		1692519	10	10
O	Flexy Super Elastic		1922661	10	10
U	Nitinol Superelastic		DM6EQ	10	10

*Fabricante apresenta mesmo lote para produtos diferentes.

MÉTODO

Preparação dos Espécimes e Cegamento

Para a preparação dos corpos de prova, foram cortados segmentos com 28mm de comprimento da parte reta (extremidades) dos arcos pré-contornados dos fios ortodônticos testados, de forma que, a partir de um arco foram obtidos dois corpos de prova, um lado experimental e o outro controle. Os corpos de prova foram medidos e cortados pelo próprio pesquisador, com um alicate de corte de fio, utilizando um paquímetro digital. (Figura 1)

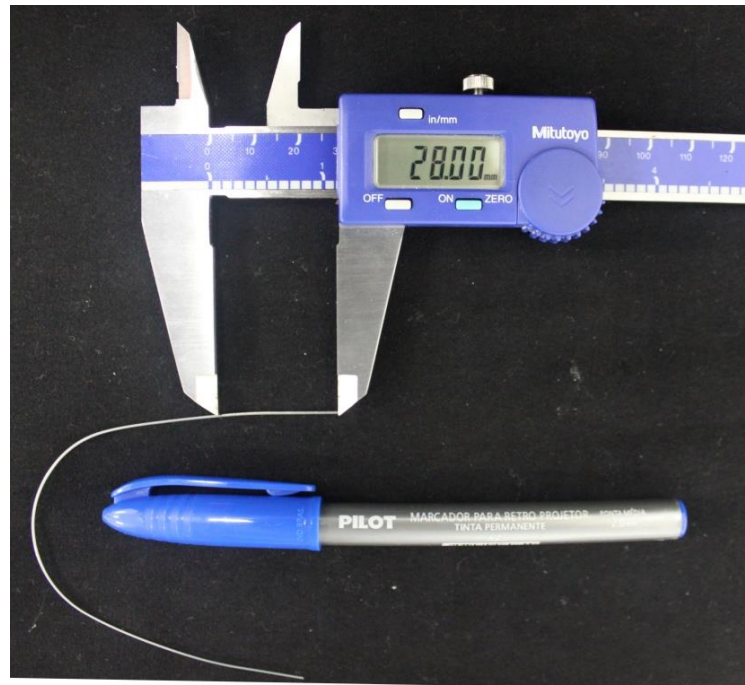


Figura 1: Aferição do segmento de fio

O pesquisador acondicionou os grupos (n=10) em embalagens plásticas, as nomeando utilizando a inicial de cada marca com a primeira dimensão do fio, mais “co” para o Grupo Controle e “exp” para Grupo Experimental (Tabela 1):

Tabela 1: Preparação dos corpos de prova e códigos antes do cegamento.

Nome Comercial	Dimensões	Código		Total:160	
		Controle	Experimental	Co	Exp
EurodontoThermal		16E co	16E exp	10	10
Morelli Thermo Plus	.016" x .022"	16M co	16M exp	10	10
OrthometricFlexyThermalSmart		16O co	16O exp	10	10
Unitek/3M Nitinol Heat-activated		16U co	16U exp	10	10
EurodontoSuperElastic		19E co	19E exp	10	10
Morelli Superelástico	.019" x .025"	19M co	19M exp	10	10
OrthometricFlexySuperElastic		19O co	19O exp	10	10
Unitek/3M NitinolSuperelastic		19U co	19U exp	10	10

Os segmentos de fios do grupo experimental, tiveram suas porções distais delimitadas em 5mm, com caneta marcadora, ficando definida como região a receber o tratamento térmico (Figura 2). Um mini maçarico ortodôntico a gás (Orto-Gás GB-2001, Blazer S.A, Guangzhou, China) (Figura 3) foi utilizado por 3 segundos levando o fio ao rubro ($\pm 650^{\circ}\text{C}$), sendo previamente abastecido completamente com gás butano. Tal procedimento foi realizado em mesmo tempo, com todos os fios experimentais, posicionados sob a chama, previamente calibrada com coloração AZUL, a temperatura foi medida e controlada em $\pm 650^{\circ}\text{C}$, utilizando um medidor de temperatura portátil, denominado Termopar (Novus, Smart Meter, Porto Alegre – RS, Brasil), para maior controle da temperatura (Figura 4).



Figura 2: Aferição dos 5mm distais. Figura 3: Momento inicial do tratamento térmico

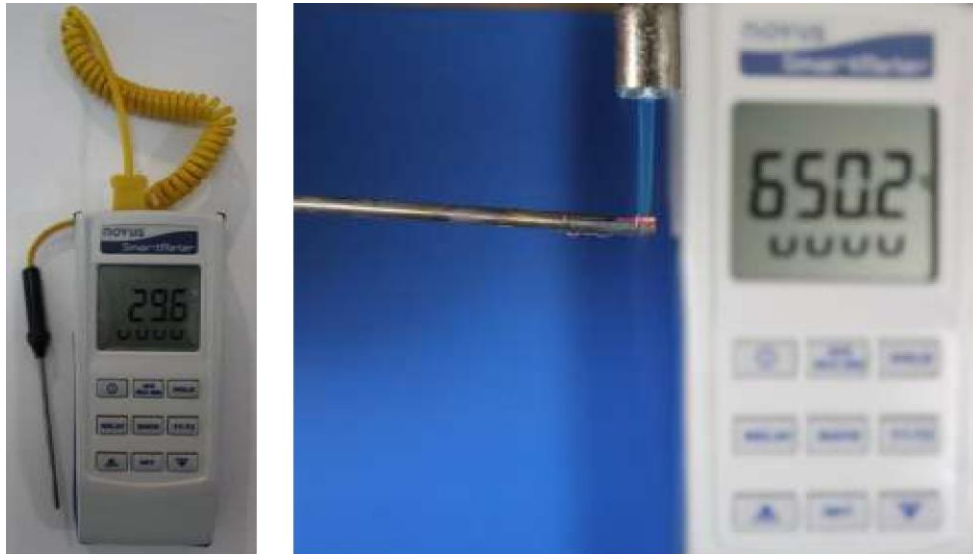


Figura 4: Termopar Smart Mater e fio ortodôntico sendo destemperado

Para o cegamento da amostra, o segundo pesquisador, nomeou aleatoriamente as dezesseis embalagens, numerando de 1 a 16, de forma que o pesquisador responsável pela realização dos ensaios desconhecia qual fio estava sendo testado, tal codificação foi devidamente anotada e descodificada depois da análise estatística. (Figura 5)



Figura 5: Os 160 fios testados acondicionados em embalagens plásticas

Teste de Deflexão de 3 Pontos (ISO 15841)

O teste de deflexão foi realizado na máquina de ensaio universal da marca

EMIC, modelo DL 2000 (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) (Figura 6) utilizando o teste de curvatura de três pontos, por ser considerado o que melhor simula a condição clínica ortodôntica¹⁶ e foram aplicados para avaliar a relação das forças durante a ativação e desativação dos fios ortodônticos a serem testados.



Figura 6: Emic DL 2000 e câmara térmica



Figura 7: Distância interbraquetes

Para a fixação dos corpos de prova durante os ensaios, foi utilizado um dispositivo metálico, composto por um suporte e dois pinos soldados verticalmente a este, com diâmetro de 5mm cada, equidistantes 14mm (Figura 7). Em um pino foi fixado um braquete metálico de pré-molar superior da marca Morelli (São Paulo, Brasil) prescrição Edgewise/Ricketts com 0° (zero grau) em torque e angulação, de *slot* .022", referência: 10.30.208. No outro pino foi fixado um tubo simples para molar superior, de mesma marca, com 0° em torque, angulação e *distal offset*, referência: 20.31.241. As peças foram fixadas aos pinos metálicos do dispositivo, utilizando um segmento de fio de aço inoxidável de .021"x.025", e elástico modular com o objetivo de manter o alinhamento dos *slots* nas peças e eliminar qualquer desalinhamento dos acessórios. Por fim, utilizou-se um paquímetro digital para aferir a distância interbraquetes pré-determinada de 14mm¹⁴.

Cada corpo de prova foi posicionado sob o braquete e o acessório, o dispositivo responsável por exercer a força, localizou-se no centro (equidistante do segmento de fio ortodôntico posicionado), simulando a existência de um primeiro pré-molar mal

posicionado. Os fios experimentais foram fixados no braquete com elásticos modulares da cor cinza (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil). Em seguida, o dispositivo de teste foi adaptado à máquina de ensaios universal, parafusando o dispositivo a uma base dentro do interior do compartimento da câmara térmica (modelo Emic DL2000, Morelli, Sorocaba, São Paulo), pois de acordo com a norma, os testes devem ser realizados sempre à mesma temperatura para todos os grupos testados, sendo $(36\pm 1)^{\circ}\text{C}$ a temperatura de teste por ser próxima à bucal¹⁷.

Obedecendo aos critérios do ISO 15.841, o teste de deflexão de três pontos foi realizado em Máquina de Ensaio Universal com célula de carga de 50N (EMIC, modelo DL 2000, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil). Os fios foram defletidos até 3,1mm, com velocidade de 1mm por minuto em ativação e desativação, totalizando um tempo de 6 minutos e 12 segundos por ensaio (Figura 8). Os resultados foram registrados pelo software Tesc, versão 3.01 (Figura 9) que permite a construção de *scripts* de ensaios em tempo real¹⁶.



Figura 8 - Dispositivo de simulação clínica de três pontos.

NORMAS DA REVISTA: AMERICAN JOURNAL ORTHODONTICS

INFORMATION FOR AUTHORS

Electronic Manuscript Submission and Review

The American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics uses the Elsevier Editorial System (EES), an online manuscript submission and review system. To submit or review an article, please go to the AJO-DO EES website: ees.elsevier.com/ajodo.

Send other correspondence to:

Dr. Vincent G. Kokich, DDS, MSD, Editor-in-Chief

**American Journal of Orthodontics and Dentofacial
Orthopedics University of Washington**

**Department of Orthodontics, D-
569 HSC Box 357446**

Seattle, WA 98195-7446

Telephone (206) 221-5413

E-mail: vgkokich@u.washington.edu

General Information

The American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics publishes original research, reviews, case reports, clinical material, and other material related to orthodontics and dentofacial orthopedics.

Submitted manuscripts must be original, written in English, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts will be reviewed by the editor and consultants and are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Statements and opinions expressed in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher disclaim any responsibility or liability for such material. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of any product or service. Each reader must determine whether to act on the information in this publication, and neither the Journal nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

Guidelines for Original Articles

Submit Original Articles via EES: ees.elsevier.com/ajodo.

Before you begin, please review the guidelines below. To view a 7-minute video explaining how to prepare your article for submission, go to Video on Manuscript Preparation.

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers. **2. Abstract.** Structured abstracts of **200 words or less** are preferred. A structured abstract contains the following sections: *Introduction*, describing the problem; *Methods*, describing how the study was performed; *Results*, describing the primary results; and *Conclusions*, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.

3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: *Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions*. Express measurements in metric units, whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the AMA Manual of Style, 9th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org> . Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source and include written permission for its use from the copyright holder.

Submit tables as text-based files (Word or Excel, for example) and not as graphic elements.

6. Model release and permission forms. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must

properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures. 7. Copyright release. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors:

"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [insert title of article here] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material." Scan the printed copyright release and submit it via EES. 8. Use the International College of Medical Journal Editors Form for the Disclosure of Conflict of Interest (ICMJE Conflict of Interest Form). If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists. 9. Institutional Review Board approval. For those articles that report on the results of experiments of treatments where patients or animals have been used as the sample, Institutional Review Board (IRB) approval is mandatory. No experimental studies will be sent out for review without an IRB approval accompanying the manuscript submission. 10. Systematic Reviews and Meta-Analyses must be accompanied by the current PRISMA checklist and flow diagram (go to Video on CONSORT and PRISMA). For complete instructions, see our Guidelines for Systematic Reviews and Meta-Analyses. 11. Randomized Clinical Trials must be accompanied by the current CONSORT statement, checklist, and flow diagram (go to Video on CONSORT and PRISMA). For complete instructions, see our Guidelines for Randomized Clinical Trials.

Other Articles

Follow the guidelines above, with the following exceptions, and submit via EES.

Case Reports will be evaluated for completeness and quality of records, quality of treatment, uniqueness of the case, and quality of the manuscript. A high quality manuscript must include the following sections: introduction; diagnosis; etiology; treatment objectives, treatment alternatives, treatment progress, and treatment results; and discussion. The submitted figures must include extra oral and intraoral photographs and dental casts, panoramic radiographs, cephalometric radiographs, and tracings from both pretreatment and post treatment, and progress or retention figures as appropriate. Complete Case Report Guidelines can be downloaded from Case Report Guidelines

Techno Bytes items report on emerging technological developments and products for use by orthodontists.

Miscellaneous Submissions

Letters to the Editor and their responses appear in the Readers' Forum section and are encouraged to stimulate healthy discourse between authors and our readers. Letters to the Editor must refer to an article that was published within the previous six (6) months and must be less than 500 words including references. Send letters or questions directly to the editor, via e-mail: vgkokich@u.washington.edu. Submit a signed copyright release with the letter.

Brief, substantiated commentary on subjects of interest to the orthodontic profession is published occasionally as a Special Article. Submit Guest Editorials and Special Articles via the Web site.

Books and monographs (domestic and foreign) will be reviewed, depending upon their interest and value to subscribers. Send books to the Editor in Chief, Dr. Vincent G. Kokich, Department of Orthodontics, University of Washington D-569, HSC Box 357446, Seattle, WA 98195-7446. They will not be returned.

Checklist for authors

____ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

____ Abstract

____ Article proper, including references and figure legends

____ Figures, in **TIF** or EPS format

____ Tables

____ Copyright release statement, signed by all authors

____ Photographic consent statement(s)

____ ICMJE Conflict of interest statement

____ Permissions to reproduce previously published material

Updated January 2012

COPYRIGHT RELEASE STATEMENT

The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript **“Evaluation of deflection of rectangular wires of nickel-titanium after heat treatment at its distal”** to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. We sign for and accept responsibility for releasing this material.

São Luíz, 08 May of 2013

DDs Fausto Silva Bramante

DDs Júlio de Araújo Gurgel

Ms Marcelo Faria da Silva

DDs Célia Regina Maio-Pinzan Vercelino

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

I, **Marcelo Faria da Silva**, have not received research support given by organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I, or my family members have not received consulting fees were paid or as evaluators for organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I or members of my family, we have no investment in shares or organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I have not received fees for presentations coming from organizations that may have gained or lost with the publication of this work. No commercial entity sponsoring the study. I do not have patents or royalties, or worked as an expert witness, or activities performed for an entity with a financial interest in this area.

Ms Marcelo Faria da Silva

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

I, **Júlio de Araújo Gurgel**, have not received research support given by organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I, or my family members have not received consulting fees were paid or as evaluators for organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I or members of my family, we have no investment in shares or organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I have not received fees for presentations coming from organizations that may have gained or lost with the publication of this work. No commercial entity sponsoring the study. I do not have patents or royalties, or worked as an expert witness, or activities performed for an entity with a financial interest in this area.

DDs Júlio de Araújo Gurgel

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

I, **Fausto Silva Bramante**, have not received research support given by organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I, or my family members have not received consulting fees were paid or as evaluators for organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I or members of my family, we have no investment in shares or organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I have not received fees for presentations coming from organizations that may have gained or lost with the publication of this work. No commercial entity sponsoring the study. I do not have patents or royalties, or worked as an expert witness, or activities performed for an entity with a financial interest in this area.

DDS Fausto Silva Bramante

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

I, **Célia Regina Maio-Pinzan Vercelino**, have not received research support given by organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I, or my family members have not received consulting fees were paid or as evaluators for organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I or members of my family, we have no investment in shares or organizations that may have gained or lost with the publication of this work. I have not received fees for presentations coming from organizations that may have gained or lost with the publication of this work. No commercial entity sponsoring the study. I do not have patents or royalties, or worked as an expert witness, or activities performed for an entity with a financial interest in this area.

DDS Célia Regina Maio-Pinzan Vercelino

Apêndice

TABELA DA CODIFICAÇÃO DO CEGAMENTO

CEGAMENTO	ABREVIATURA	GRUPO	DIMENSÕES
1	16U co	Unitek controle	.016" x .022"
2	19M exp	Morelli experimental	.019" x .025"
3	16E con	Eurodonto controle	.016" x .022"
4	19O exp	Orthometric experimental	.019" x .025"
5	16O co	Orthometric controle	.016" x .022"
6	19E exp	Eurodonto experimental	.019" x .025"
7	16M co	Morelli controle	.016" x .022"
8	19U exp	Unitek experimental	.019" x .025"
9	19U co	Unitek controle	.019" x .025"
10	16U exp	Unitek experimental	.016" x .022"
11	19E co	Eurodonto controle	.019" x .025"
12	16E exp	Eurodonto experimental	.016" x .022"
13	19O co	Orthometric controle	.019" x .025"
14	16O exp	Orthometric experimental	.016" x .022"
15	19M co	Morelli controle	.019" x .025"
16	16M exp	Morelli experimental	.016" x .022"

* Os fios foram testados nesta sequência.



CEUMIA

UNIVERSIDADE